ANATOMÍA XILEMÁTICA COMPARATIVA DE LOS GÉNEROS *Qualea* Y *Ruizterania* (VOCHYSIACEAE)

Comparative wood anatomy of Qualea and Ruizterania (Vochysiaceae).

Williams León H.

Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
Laboratoriod e Anatomía de Maderas. Mérida, Venezuela. wleon@ula.ve

Resumen

Se presenta el estudio anatómico xilemático de once especies del género *Qualea* y cinco especies del género *Ruizterania* de la familia Vochysiaceae. Las especies estudiadas son las siguientes: *Q. acuminata*, *Q. coerulea*, *Q. dinizii*, *Q. grandiflora*, *Q. homosepala*, *Q. impexa*, *Q. paraensis*, *Q. retusa*, *Q. rosea*, *Q. sellowii*, *Q. schomburgkiana*, *R. albiflora*, *R. ferruginea*, *R. esmeraldae*, *R. obtusata* y *R. rigida*. La anatomía de la madera de ambos géneros es muy similar y no es posible separarlos con base a las características xilemáticas. Los caracteres mas utilizados, hasta ahora, para separar estos dos géneros se refieren a la presencia de cristales y sílice y de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, no son elementos confiables de separación.

Palabras clave: madera, cristales, sílice, identificación.

Abstract

The objective of this research was to study wood anatomy of eleven species from *Qualea* and five species from *Ruizterania* genus of Vochysiaceae family. The species studied were *Q. acuminata*, *Q. coerulea*, *Q. dinizii*, *Q. grandiflora*, *Q. homosepala*, *Q. impexa*, *Q. paraensis*, *Q. retusa*, *Q. rosea*, *Q. sellowii*, *Q. schomburgkiana*, *R. albiflora*, *R. ferruginea*, *R. esmeraldae*, *R. obtusata* and *R. rigida*. Wood anatomy of *Qualea* and *Ruizterania* is very similar and these results suggest that its not possible differentiate both genus using xylem structure. According other studies, the features more useful for separation of both genus are presence of crystals and silica but this research show us that are not good features for separation.

Key words: wood, crystals, silica, identification.

Introducción

La familia Vochysiaceae pertenece al orden Polygalales, de acuerdo al sistema de clasificación de Cronquist (1981), mientras que según APG (2003) se encuentra ubicada en el orden Myrtales. Está constituida por siete géneros y 210 especies de distribución tropical e incluye plantas de porte arbóreo, arbustivo, lianas y algunas hierbas. A nivel del leño se caracteriza porque algunas especies desarrollan estructuras como floema incluso y acumulaciones de aluminio (Mabberley, 1990). Los géneros constituyentes de la familia son Callisthene, Erisma, Erismadelphus, *Qualea*, *Ruizterania*, Salvertia y Vochysia. En Venezuela se encuentra representada por los géneros Erisma (7 especies), *Qualea* (16 especies), *Ruizterania* (7 especies) y Salvertia (38 especies) (Huber et al., 1998). El género *Qualea* está constituido por 46 especies arbóreas o arbustivas que se distribuyen desde Panamá hasta Perú, Bolivia y Paraguay. De acuerdo a Stafleu (1953), el género *Qualea* se subdivide en dos subgéneros: Amphilochia (Mart.) Stafleu y *Qualea*, este último dividido en cuatro secciones: Trichanthera, *Qualea*, Costatifolium y Polytrias. Marcano Bertí (1969) encontró que la sección Trichanthera presenta características relacionadas con las anteras, tecas, sépalos y rudimen-

tos seminales que se diferencian del resto de las especies del género *Qualea* y eleva esta sección a la categoría de género y lo denomina *Ruizterania*. De acuerdo con Aristeguieta (2003), en Venezuela, todas las especies de este género se encuentran en los bosques ubicados al sur del Orinoco. Algunas especies de estos dos géneros pueden ser valiosas comercialmente como es el caso de *R. albiflora* (Manieri y Peres, 1989), *Q. paraensis* (Paula, 1980), *Q. acuminata* y *Q. homosepala* (Slooten et al., 1962). Desde el punto de vista de anatomía xilemática, Record y Hess (1949) y Metcalfe y Chalk (1950) presentaron la descripción a nivel de familia. Cronquist (1981) también presentó algunos datos generales sobre la madera de la familia Vochysiaceae. Quirk (1980) realizó uno de los estudios más completos para la Vochysiaceae, incluyendo la descripción de los géneros Erisma, Erismadelphus, Vochysia, Salvertia, *Qualea* y Callisthene. En relación al género *Qualea* se tiene la descripción de algunas especies, generalmente en trabajos donde se incluyen grupos taxonómicos diversos (Slooten et al., 1962; Normand, 1966; Kribs, 1968; Pérez, 1969; Paula, 1980; Déttienne et al., 1982; Nardi y Edlmann, 1992; Déttienne y Welle, 1998). Con respecto a *Ruizterania*, la información es más reducida y sólo se tienen los aportes de Détienne et al. (1982), Manieri y Peres (1989) y Déttienne y Welle (1998). En Venezuela, para la familia Vochysiacea, se tienen algunas descripciones para la especie Erisma uncinatum (Corothie, 1967; Pérez 1969), *Qualea* dinizii, Vochysia tetraphylla (Pérez, 1969). Uno de los estudios más completos es el realizado por Guzmán (1979) donde estudia 14 especies pertenecientes a cuatro géneros y entre las especies estudiadas incluye *Q. acuminata*, *Q. dinizii*, *Q. impexa*, *Q. paraensis*, *Ruizterania* ferruginea y *R. rigida*. Recientemente, León (2005) presentó la descripción de 17 especies del género Vochysia.

Tomando en consideración que la mayoría de los estudios anatómicos en la familia Vochysiaceae se han orientado hacia los géneros Erisma y Vochysia y es poca la información xilemática de *Qualea* y *Ruizterania*, especialmente de este último género; el objetivo del presente estudio es describir once especies del *Qualea* y cinco de *Ruizterania*, procedentes de Venezuela, Guyana y Brasil para establecer un análisis comparativo del xilema de ambos géneros.

Materiales y Métodos

El material de estudio está representado por muestras de madera de 16 especies de la familia Vochysiceae: once pertenecientes al género *Qualea* (Cuadro 1) y cinco al género *Ruizterania* (Cuadro 2). Las muestras pertenecen a la xiloteca MERw del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela). Cada muestra fue preparada para su estudio microscópico mediante la aplicación de técnicas convencionales de microtecnia xilemática: un proceso de ablandamiento durante 4-12 horas en agua caliente. En el caso de *Q. homosepala* y *Q. paraensis*; el calentamiento se realizó durante 72 horas. El corte se hizo con un micrótomo de deslizamiento para obtener secciones transversales, radiales y tangenciales de 20-25 μm de espesor. Las secciones fueron coloreadas con safranina y deshidratadas para hacer el montaje final. La preparación de macerados se realizó sumergiendo astillas de madera en una solución de ácido acético glacial y peróxido de hidrógeno (1:1) e introduciéndolas en una estufa a 60 ºC durante 12 horas. Para la descripción se utilizó lo estipulado por IAWA Committe (1989). En la determinación del color se tomó como referencia la tabla de colores de Munsell (2000). Respecto a las características cuantitativas estudiadas; se hicieron 25 mediciones para diámetro de poros, longitud de elementos vasculares, longitud de fibras y altura de radios; mientras que el diámetro de punteaduras y número de radios por mm corresponde a la realización de 10 mediciones por muestra. Se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey para diferencia de medias (95 % de probabilidad) con el fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los individuos y géneros estudiados; para esto se utilizó el programa SPSS 10.0.

En la observación de cristales se utilizó microscopio con luz polarizada. En el caso de la sílice, tomando en cuenta la importancia que se le ha dado para separar ambos géneros, en las muestras donde no se observó esta sustancia mineral con microscopio óptico se preparó tejido macerado y se le añadió ácido sulfúrico concentrado con el fin de detectar la presencia de sílice vítreo. Se tomaron micrografias con el uso de una cámara Pentax SXn acoplada a un microscopio Kyowa Medilux-12.

Resultados

Género *Qualea* Stafleu

Características generales: madera con duramen marrón amarillento a marrón claro, sin transición de color entre albura y duramen (*Q. acuminata*, *Q. dinizii*, *Q. grandiflora*, *Q. retusa*, *Q. sellowii*, *Q. schomburgkiana*) a transición abrupta (*Q. coerulea*, *Q. homosepala*, *Q. impexa*, *Q. paraensis*, *Q. rosea*). Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo a mediano. Grano recto a entrecruzado. Textura mediana a moderadamente gruesa. Moderadamente dura y pesada a dura y pesada.

Anillos de crecimiento: generalmente indistintos, distinguibles por reducción del diámetro radial y engrosamiento de las paredes de las fibras en *Q. dinizii* (Figura 1) y parénquima marginal en *Q. sellowii*. Ocasionalmente delgadas bandas de parénquima marginal de una célula de ancho en *Q. dinizii*.

Vasos: Porosidad difusa. Poros solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4-5). Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas; combinadas con algunas diminutas en *Q. dinizii* (X1762, X3229) y *Q. schomburgkiana* (X5240), ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Tílides presente en poca cantidad, ocasionalmente depósitos de goma en *Q. dinizii* (X1762), *Q. homosepala*.

Fibras: No septadas, de paredes medianas hasta muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas.

Parénquima: Predominantemente paratraqueal aliforme de ala corta, confluente (Figura 1, 2); acompañado de parénquima apotraqueal difuso, en agregados y en forma de islas dispersas en *Q. acuminata*, *Q. dinizii*, *Q. homosepala*, *Q. grandiflora*, *Q. impexa*, *Q. paraensis* (Figura 3a), *Q. rosea*, *Q. retusa*, *Q. sellowii*; marginal en *Q. dinizii*, *Q. sellowii*; bandas anchas en *Q. homosepala*, *Q. paraensis* (Figura 3b).

Radios: Homocelulares de células procumbentes, ocasionalmente heterocelulares con una ruta de células marginales.

Sustancias minerales: Cristales prismáticos formando series parenquimáticas cristalíferas en *Q. dinizii*, *Q. sellowii*, ocasionalmente en *Q. homosepala* (Figura 4a); en esta última especie es común la presencia de series parenquimáticas con numerosas cámaras vacías (Figura 4b). Sílice en células parenquimáticas radiales de *Q. acuminata* (Figura 5), *Q. impexa*, *Q. paraensis*, *Q. retusa*.

Estructuras secretoras: Conductos gomíferos traumáticos en *Q. paraensis* (X5291) (Figura 2), *Q. sellowii*.

En los cuadros 3 y 4 se presentan los resultados de las características cuantitativas estudiadas en cada especie.

Género Ruizterania Marc.-Berti

Características generales: Madera con duramen marrón amarillento a marrón claro. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo a mediano; ocasionalmente alto en *R. albiflora*. Grano recto a entrecruzado. Textura fina; mediana a moderadamente gruesa, fina en *R. albiflora*. Dura y pesada a muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento: Generalmente indistintos; ocasionalmente definidos por estrechas bandas de parénquima marginal en *R. albiflora* (X1059) y *R. obtusata* (X5290).

Vasos: Porosidad difusa. Poros solitarios y múltiples radiales de 2-3; ocasionalmente múltiples radiales de 5 (*R. obtusata*) y algunos arracimados (*R. albiflora*, *R. ferruginea*), con tílides (poco). Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, desde diminutas hasta medianas, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares.

Fibras: No septadas, de paredes medianas a muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas.

Parénquima: Apotraqueal difuso, en agregados, algunas islas dispersas en todas las especies excepto en *R. esmeraldae*, *R. rigida*; predominantemente paratraqueal aliforme de ala corta, confluente en todas las especies (Figura 6), unilateral (*R. albiflora*, *R. ferruginea*, *R. esmeraldae*) y marginal (*R. albiflora*, *R. obtusata*).

Radios: Homocelulares de células procumbentes (Figura 7a) con algunos heterocelulares de una ruta de células marginales; hasta dos rutas en *R. esmeraldae* y hasta tres rutas en *R. obtusata*.
Sustancias minerales: Sílice en células parenquimáticas radiales (Figura 7b, 8).

Estructuras secretoras: Conductos gomíferos traumáticos (*R. albiflora*).

En los cuadros 5 y 6 se presentan los resultados de las características cuantitativas estudiadas en cada especie.

Discusión

La madera de las 16 especies estudiadas, independientemente si pertenecen al género *Qualea* o *Ruizterania*, guardan una notable similitud entre sí. La principal diferencia se presenta a nivel de sustancias minerales: en algunas especies de *Qualea* se presentan cristales mientras que en otras de *Qualea* y *Ruizterania* manifiestan la presencia de sílice. En el caso de *Ruizterania* sólo se observó sílice y estuvo presente en todas las especies estudiadas. Sin embargo, esto no se puede tomar como un elemento que permita hacer una diferenciación genérica ya que algunas especies de *Qualea* presentaron sílice en los radios (Cuadro 7). Estos aspectos son de importancia ya que algunas diferenciaciones xilemáticas entre los dos géneros se han basado en este carácter: Déttiene y Welle (1998) presentaron dos claves para diferenciación de géneros de la familia Vochysiaceae y en el caso de *Qualea* y *Ruizterania* utilizan como elemento base la presencia de cristales o series parenquimáticas con cámaras vacías en *Qualea* y su ausencia en *Ruizterania*; sin embargo, de acuerdo a lo observado en el presente estudio, algunas especies de *Qualea* no desarrollan cristales ni cámaras vacías (*Q. acuminata*, *Q. coerulea*, *Q. grandiflora*, *Q. impexa*, *Q. paraensis*, *Q. retusa*, *Q. rosea*, *Q. schomburgkiana*). Previamente, Déttienne et al. (1982) habían reportado la presencia de sílice en *R. albiflora*; mientras que Déttienne y Welle (1998) indicaron que la ocurrencia de sílice en *Ruizterania* es común y que algunas veces pueden presentarse cristales prismáticos. Quirk (1980) indicó que en el género *Qualea* es común la presencia de cristales, sin embargo en el presente trabajo sólo se observó en tres especies (27,27 % del total estudiado) y en una de ellas no se mantuvo de manera constante; en el caso de *Q. homosepala*, sólo se observó en uno de los individuos estudiados mientras que el resto presentó series parenquimáticas con cámaras vacías. En el caso de sílice, Quirk (1980) lo reportó tanto para el parénquima axial como para el radial, mientras que las especies incluidas en este estudio sólo presentaron sílice en las células parenquimáticas radiales. Déttienne y Welle (1998) estudiando seis especies del género *Qualea*, no mencionaron la presencia de sílice en *Q. acuminata* y *Q. paraensis*. Déttienne et al. (1982) indicó que en *Q. rosea* se pueden encontrar, ocasionalmente, cuerpos silíceos; mientras que Welle (1976) señaló la presencia de este tipo de inclusión mineral en las células parenquimáticas radiales de *Q. acuminata, Q. albiflora, Q. coerulea, Q. ingens* y *Q. rosea*, mientras que en *Q. cordata, Q. cryptantha* y *Q. dinizii* no observó sílice. Espinoza de P. (1987) mencionó la presencia de cristales en el parénquima axial de *Q. dinizii* y sílice en los radios de *Q. acuminata*, Q. albiflora, *Q. coerulea*, *Q. ingens* y *Q. rosea*, mientras que Guzmán reporta la presencia de sílice en *Q. paraensis*. Por otra parte, Paula (1980) indicó que en *Q. homosepala* es común la presencia de cristales prismáticos en las células parenquimáticas axiales, afirmación que no coincide con lo encontrado en el presente estudio donde no se observó ningún tipo de cristal y sólo se encontró sílice en las células parenquimáticas radiales. En el 63,64 % de las especies se encontraron sustancias minerales, pero en ninguna se presentó la combinación de cristales y sílice. En cuanto al tipo de radio, Quirk (1980) y Déttienne et al. (1982) indicaron que son exclusivamente homocelulares de células procumbentes y sólo en *Q. acuminata*, *Q. albiflora* y *Q. dinizii* se presentan algunos heterocelulares con una ruta de células marginales. De todas las especies estudiadas, sólo en *Q. impexa* y *Q. sellowii* se presentaron como exclusivamente homocelulares, mientras que el resto de las especies (81,81 % del total estudiado) manifestaron una combinación de radios homocelulares y heterocelulares, aún cuando la mayor proporción corresponde al primer tipo. No se observaron fibras septadas, al contrario de lo indicado por Quirk (1980). El resto de las características, tanto cuantitativas (Cuadro 3, 4, 5, 6) como cualitativas, se traslapan entre sí y es muy difícil diferenciar ambos géneros en base a la estructura de la madera.

En relación a las características cuantitativas se tiene lo siguiente:

El diámetro promedio de poros mostró los máximos valores en especies del género *Qualea*, sin embargo se presentó traslape de valores entre algunas especies de *Qualea* y *Ruizterania*. El menor promedio se obtuvo en *Q. grandiflora*, pero los dos individuos de esta especie eran de diámetro reducido por lo que no se puede considerar como un elemento representativo del género. De acuerdo a las categorías de IAWA Committe (1989) para diámetro de poros, las cinco especies de *Ruizterania* se ubican en la categoría III; mientras que las especies de *Qualea* se distribuyeron entre las categorías III y IV, con cinco especies en la categoría III y cinco en la IV. Los dos individuos de *Q. grandiflora* se ubicaron en la categoría II, sin embargo eran muestras de poco diámetro y no se consideran como representativas desde el punto de vista cuantitativo. La realización de análisis de

varianza y la prueba de Tukey para diferencia de medias (95% de probabilidad) corrobora lo antes mencionado al formarse 18 grupos homogéneos con traslape entre sí y en el 83,3 % se observa una mezcla de individuos de ambos géneros. Sólo en los grupos extremos (1, 17 y 18) se observa la inclusión de individuos únicamente del género *Qualea*.

El diámetro promedio de las punteaduras mostró valores que oscilaron entre 3,75 µm, en *R. rigida*, y 7,75 µm en un individuo de *R. albiflora*. El análisis de varianza y la prueba de Tukey indican que se forman 12 grupos homogéneos y en todos los grupos se observó una combinación de individuos pertenecientes a los dos géneros estudiados.

En relación a la longitud de los elementos de los vasos, se observó un comportamiento similar en los dos géneros. Todas las especies mostraron elementos vasculares con longitud promedio superior a 300 mm, excepto en el caso de *Q. grandiflora*. En cuanto a las categorías de IAWA Committee (1989), el 75 % de las especies se ubicó en la categoría II de IAWA Committee (1989) y el resto en la categoría I; sin embargo es necesario indicar que con la excepción de *Q. grandiflora*, las especies ubicadas en la categoría I mostraron valores promedio cercanos al límite entre categoría I y II. El análisis de varianza y la prueba de Tukey a 95 % de probabilidad indicaron la formación de 13 grupos y en doce de ellos se combinan individuos de los géneros *Qualea* y *Ruizterania*.

Con respecto a la longitud de fibras, se observó un comportamiento similar en todas las especies y tanto *Qualea* como *Ruizterania* se ubicaron en la categoría II de IAWA Committee (1989). El menor valor promedio y la única especie que se ubicó en la categoría I (< 900 µm) se observó en *Q. grandiflora*; sin embargo los valores de esta especie no se pueden considerar como representativos del género debido a las reducidas dimensiones de las muestras disponibles para el presente estudio. Lo mencionado anteriormente es corroborado con el análisis de varianza y la prueba de Tukey al obtenerse un total de 15 grupos homogéneos y en 14 de ellos se combina individuos de los dos géneros. Sólo en el grupo I se presentaron individuos únicamente de *Q. grandiflora*. La relación longitud de fibras: longitud de elementos vasculares osciló entre 2,95 y 3,93 en el género *Qualea* y entre 2,57 y 3,49 en el género *Ruizterania*. La altura de radios también manifestó un comportamiento uniforme entre ambos géneros. Los valores promedio por especie oscilaron entre 280 y 677 µm, para el género *Qualea*, y 250 y 437 µm en el género *Ruizterania*. El análisis de varianza y la prueba de Tukey a nivel de individuos muestra la formación de trece grupos donde se combinan individuos de ambos géneros, excepto en los dos grupos superiores donde sólo se encontraron individuos de *Q. dinizii*.

Sajo y Rudall (2002) realizaron un estudio de anatomía foliar de la familia Vochysiaceae e indicaron que ni los datos moleculares (Litt 1996) ni los datos anatómicos apoyan la separación de los dos géneros. Con base a lo observado en las 16 especies estudiadas, la anatomía xilemática tampoco muestran diferencias entre los dos géneros y coincide con lo afirmado por Sajo y Rudall (2002). Desde el punto de vista de estructura de la madera, los dos géneros no pueden ser diferenciados y no es confiable la elaboración de claves de identificación utilizando las características xilemáticas como medio de separación entre especies de ambos géneros.

Cuadro 1: Procedencia, número de muestra de xiloteca y herbario de especies del género *Qualea*.

Especie	Procedencia	Muestra de Xiloteca	Muestra de Herbario
Q. acuminata Spruce ex Warm	Brasil	1028	-------------
	Brasil	1058	-------------
	Brasil	2440	1661083 Krukroff
Q. coerulea	Brasil	X5080	
Q. dinizii Ducke	Venezuela	1762	96 Conejos
	Venezuela	1782	316 Marcano B.
	Venezuela	1817	7116 Bernardi
	Venezuela	2560	159 Marcano B.
	Venezuela	5939	61 Blanco
Q. grandiflora Mart.	Brasil	4296	INPA 76709
	Brasil	4904	Pinho 44
Q. homosepala	Brasil	1061	1595
	Brasil	1062	1607
	Brasil	1063	1611
	Brasil	1064	1622
	Brasil	1065	1678
Q. impexa J.F. McBride	Perú	3304	136 Vázquez
Q. paraensis Ducke	Venezuela	5796	988-066 Marcano B.
	Venezuela	5291	97-979 Marcano B.
	Brasil	2193	1660744 Krukroff
	Brasil	2147	1660663 Krukroff
Q. retusa	Brasil	X4866	15163 Rodrigues
Q. rosea Aubl.	Guyana	X5081	BAFOG 91m
	Guyana	X5505	
Q. schomburgkiana Warm.	Bolívar	5240	79-981 Marcano B.
	Bolívar	5256	122-981 Marcano B.
Q. sellowii	Brasil	X4925	

CUADRO 2: Procedencia, número de muestra de xiloteca y herbario de las especies del género *Ruizterania* Marc.-Bertí

Especie	Procedencia	Muestra Xiloteca	Muestra de Herbario
R. albiflora (Warm.) Marc.-Berti	Brasil	X908	
	Brasil	X1057	
	Brasil	X1059	
	Brasil	X1060	
	Brasil	X4846	8208 INPA
	Guyana	X5082	BAFOG 75 m
R. ferruginea (Steyerm.) Marc.-Berti	Venezuela	X232	1605 Bernardi
R. esmeraldae (Standl.) Marc.-Berti	Venezuela	X5279	75-979 Marcano Berti
R. obtusata (Briq.) Marc.-Berti	Venezuela	X5290	92-979 Marcano Berti
	Venezuela	X5308	120-979 Marcano Berti
R. rigida (Stafleu) Marc.-Berti	Venezuela	X195	1410 Bernardi

CUADRO 3: Promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, máximo y mínimo para diámetro de poros (Dp), longitud de elementos vasculares (Lev), longitud de fibras (Lf) y altura de radios (Ar) para las especies de *Qualea*.

Especie	Dp (μm)	Lev (μm)	Lf (μm)	Ar (μm)
Q. acuminata	203 ± 41,73	424 ± 107,95	1493 ± 176,80	461 ± 108,84
	CV = 20,56 %	CV = 25,44 %	CV = 11,84 %	CV = 23,60 %
	Máx = 335	Máx = 700	Máx = 1920	Máx = 750
	Mín = 120	Mín = 220	Mín = 1110	Mín = 270
Q. coerulea	218 ± 41,44	474 ± 76,05	1592 ± 210,58	377 ± 77,50
	CV = 18,98 %	CV = 16,04 %	CV = 13,23 %	CV = 20,56 %
	Máx = 250	Máx = 655	Máx = 1750	Máx = 410
	Mín = 130	Mín = 290	Mín = 1150	Mín = 225
Q. dinizii	147 ± 23,35	342 ± 70,00	1335 ± 143,46	677 ± 242,65
	CV = 15,88 %	CV = 20,49 %	CV = 10,75 %	CV = 35,85 %
	Máx = 215	Máx = 525	Máx = 1680	Máx = 1310
	Mín = 90	Mín = 190	Mín = 1020	Mín = 190
Q. grandiflora	74 ± 9,47	225 ± 45,43	884 ± 80,71	233 ± 49,83
	CV = 12,78 %	CV = 20,19 %	CV = 9,13 %	CV = 21,42 %
	Máx = 95	Máx = 325	Máx = 1095	Máx = 390
	Mín = 60	Mín = 135	Mín = 755	Mín = 165
Q. homosepala	226 ± 37,42	507 ± 116,75	1557 ± 183,90	457 ± 102,57
	CV = 16,53 %	CV = 23,04 %	CV = 11,81 %	CV = 22,43 %
	Máx = 285	Máx = 800	Máx = 1980	Máx = 830
	Mín = 145	Mín = 280	Mín = 1070	Mín = 290

Continuación Cuadro 3

Especie	Dp (µm)	Lev (µm)	Lf (µm)	Ar (µm)
Q. impexa	190 ± 30,15 CV = 15,88 % Máx = 250 Mín = 145	392 ± 78,06 CV = 19,92 % Máx = 520 Mín = 200	1432 ± 182,94 CV = 12,78 % Máx = 1810 Mín = 1015	388 ± 81,77 CV = 21,09 % Máx = 550 Mín = 260
Q. paraensis	183 ± 30,57 CV = 15,01 % Máx = 280 Mín = 120	377 ± 84,37 CV = 22,37 % Máx = 580 Mín = 200	1271 ± 155,06 CV = 12,20 % Máx = 1765 Mín = 940	404 ± 118,97 CV = 29,48 % Máx = 835 Mín = 240
Q. retusa	243 ± 36,42 CV = 15,01 % Máx = 335 Mín = 180	384 ± 78,65 CV = 20,47 % Máx = 580 Mín = 260	1268 ± 120,46 CV = 9,50 % Máx = 1500 Mín = 1045	305 ± 53,35 CV = 17,47 % Máx = 420 Mín = 220
Q. rosea	227 ± 56,66 CV = 24,92 % Máx = 340 Mín = 125	460 ± 88,01 CV = 19,12 % Máx = 670 Mín = 280	1356 ± 174,20 CV = 12,85 % Máx = 1920 Mín = 1070	363 ± 63,24 CV = 17,44 % Máx = 525 Mín = 210
Q. schomburgkiana	142 ± 35,30 CV = 24,77 % Máx = 220 Mín = 80	428 ± 142,10 CV = 33,21 % Máx = 825 Mín = 175	1471 ± 281,41 CV = 19,13 % Máx = 2170 Mín = 1075	280 ± 50,41 CV = 17,99 % Máx = 410 Mín = 200
Q. sellowii	138 ± 15,11 CV = 10,98 % Máx =170 Mín = 110	319 ± 68,25 CV = 21,39 % Máx = 465 Mín = 175	1129 ± 105,59 CV = 9,36 % Máx = 1370 Mín = 900	431 ± 107,64 CV = 24,96 % Máx = 700 Mín = 300

CUADRO 4: Diámetro de punteaduras (Dpu), ancho de radios (Anr), radios por mm y número de células por serie parenquimática (Sp) para las especies de *Qualea*.

Especie	Poros/mm²	Dpu (μm)	Anr (# células)	Radios/mm	Sp (# células)
Q. acuminata	5-9	6,25-8,75	1-4, pred. 2-3	4-6 (-8)	3-8
Q. coerulea	5	5-7,5	1-3, pred. 2	(3-) 4-7	4-8
Q. dinizii	6-9	3,75-6,25 (-7,5)	3-7	3-7	(2-) 3-7
Q. grandiflora	19-21	5-6,25	1-4, pred. 3	5-9	2-4
Q. homosepala	3-5	6,25-7,5	1-5, pred. 3-4	3-5	4-8
Q. impexa	5	6,25-8,75	1-4, pred. 2-3	5-7	3-6
Q. paraensis	3-5 (-13)	5-7,5	1-3(-4), pred. 3	4-7(-8)	(2-) 4-8
Q. retusa	6	6,25 (-7,5)	1-3, pred. 2	4-7	4-8
Q. rosea	2-3	5-7,5	1-3, pred. 2-3	4-6	3-8
Q. schomburgkiana	10-17	3,75-7,5	(1-) 2-3	3-6	(2-) 4-8
Q. sellowii	5	3,75-6,25	2-4 (-5), pred. 4	4-6	(2-) 4

CUADRO 5: Promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, máximo y mínimo para diámetro de poros (Dp), longitud de elementos vasculares (Lev), longitud de fibras (Lf) y altura de radios (Ar) para las especies de *Ruizterania*.

Especie	Dp (μm)	Lev (μm)	Lf (μm)	Ar (μm)
R. albiflora	192 ± 32,39 CV = 16,83 % Máx = 315 Mín = 120	457 ± 117,27 CV = 25,65 % Máx = 780 Mín = 210	1593 ± 225,55 CV = 14,16 % Máx = 2230 Mín = 1160	437 ± 84,37 CV = 19,31 % Máx = 740 Mín = 285
R. ferruginea	176 ± 23,45 CV = 13,33 % Máx = 220 Mín = 130	461 ± 101,64 CV = 22,06 % Máx = 650 Mín = 260	1415 ± 140,43 CV = 9,92 % Máx = 1760 Mín = 1160	418 ± 67,78 CV = 16,22 % Máx = 530 Mín = 300
R. esmeraldae	129 ± 14,97 CV = 11,60 % Máx = 160 Mín = 95	423 ± 75,06 CV = 17,76 % Máx = 630 Mín = 275	1088 ± 108,19 CV = 9,94 % Máx = 1270 Mín = 850	394 ± 83,61 CV = 21,22 % Máx = 640 Mín = 255
R. obtusata	119 ± 16,57 CV = 13,95 % Máx = 185 Mín = 90	325 ± 61,37 CV = 18,88 % Máx = 640 Mín = 180	1097 ± 97,92 CV = 8,93 % Máx = 1515 Mín = 950	269 ± 58,40 CV = 21,73 % Máx = 540 Mín = 175
R. rigida	140 ± 24,74 CV = 17,62 % Máx = 190 Mín = 95	373 ± 65,39 CV = 17,53 % Máx = 490 Mín = 230	1159 ± 122,74 CV = 10,59 % Máx = 1480 Mín = 960	250 ± 54,97 CV = 21,95 % Máx = 390 Mín = 160

CUADRO 6: Promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, máximo y mínimo para diámetro de poros (Dp), longitud de elementos vasculares (Lev), longitud de fibras (Lf) y altura de radios (Ar) para las especies de *Ruizterania*.

Especie	Poros/mm²	Dpu (µm)	Anr (# células)	Radios(mm)	Sp (# células)
R. albiflora	3-6	6,25-8,75	1-3(-4), pred. 2-3	4-7	2-5 (-8)
R. ferruginea	6	5-6,25	1-2 (-3)	4-7	3-4
R. esmeraldae	13	5-6,25	1-2, pred. 1	6-10	5-8
R. obtusata	4-15	3,75-6,25	1-3, pred. 2-3	4-13	(2-) 4-8
R. rigida	9	3,75	1-2	3-7	2-4

CUADRO 7: Cristales y sílice en los géneros *Qualea* y *Ruizterania*.

Especie	Cristales	Sílice
Q. acuminata	-	+
Q. coerulea *	-	-
Q. dinizii *	+	-
Q. grandiflora *	-	-
Q. homosepala *	+	-
Q. impexa *	-	-
Q. paraensis	-	+
Q. retusa	-	+
Q. rosea *	-	-
Q. schomburgkiana *	-	-
Q. sellowii *	-	-
R. albiflora	-	+
R. ferruginea	-	+
R. esmeraldae	-	+
R. obtusata	-	+
R. rigida	-	+

* Muestras tratadas con H_2SO4 para determinar la presencia de sílice vítreo.

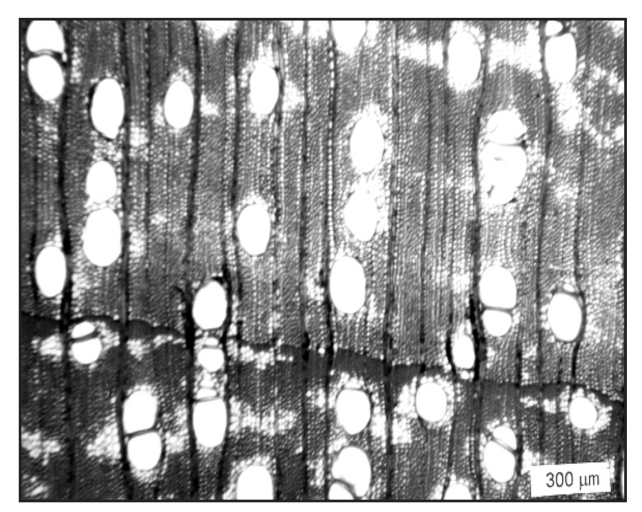


Figura 1: *Q. dinizii*. Anillo de crecimiento distinguible; parénquima predominantemente aliforme de ala corta, confluente.

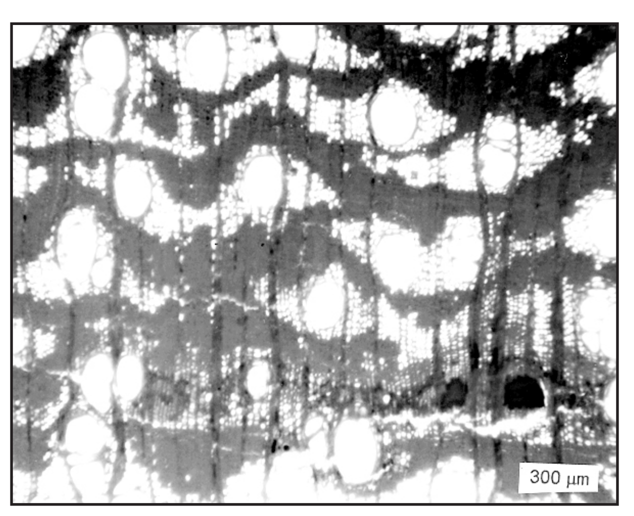


Figura 2: *Q. paraensis*. Parénquima predominantemente aliforme, confluente; conductos gomíferos traumáticos (Cg).

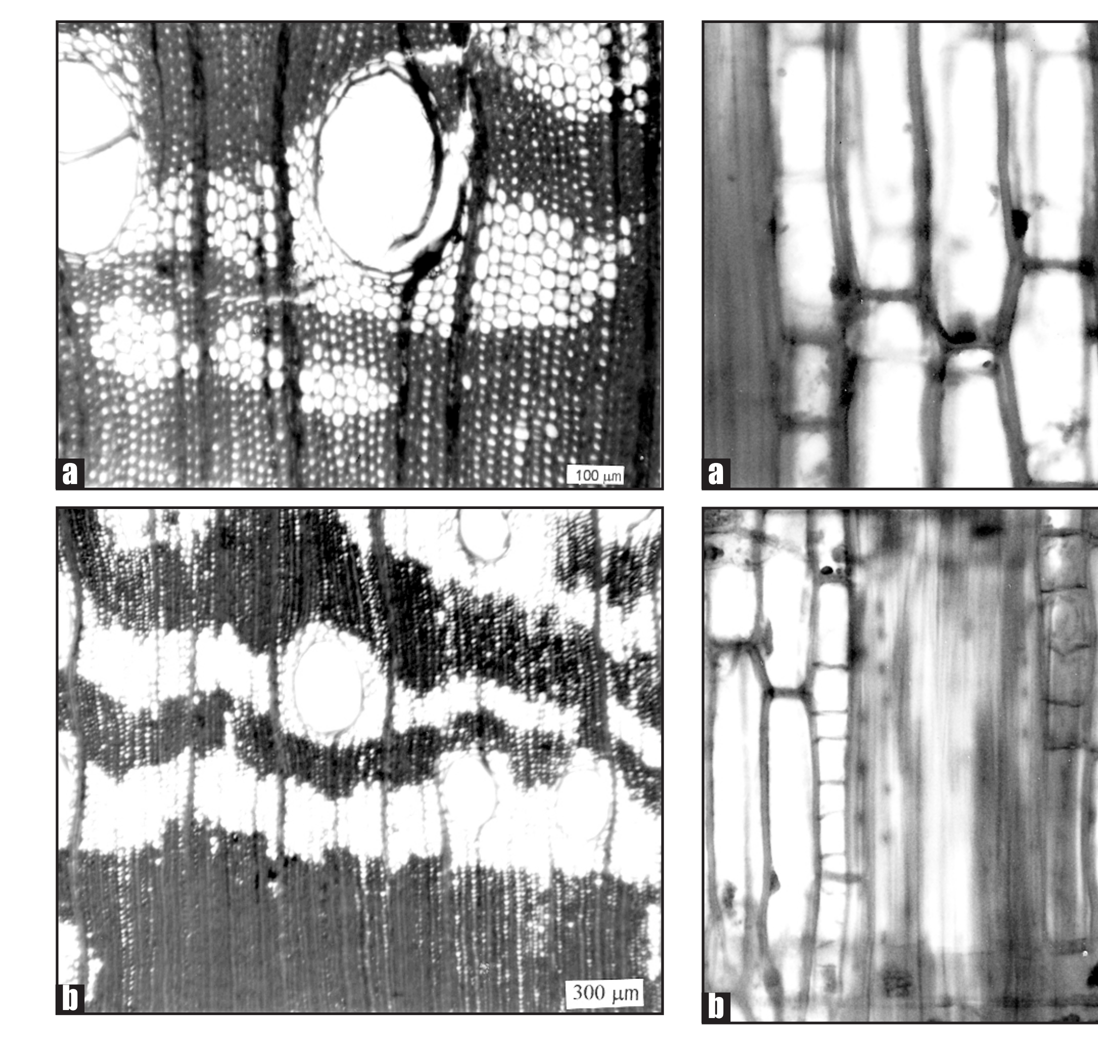


Figura 3: *Q. paraensis*. **(a)**Parénquima apotraqueal disperso. **(b)**Parénquima en bandas anchas.

Figura 4: *Q. homosepala*. **(a)**Series parenquimáticas cristalíferas. **(b)**Cámaras parenquimáticas vacías.

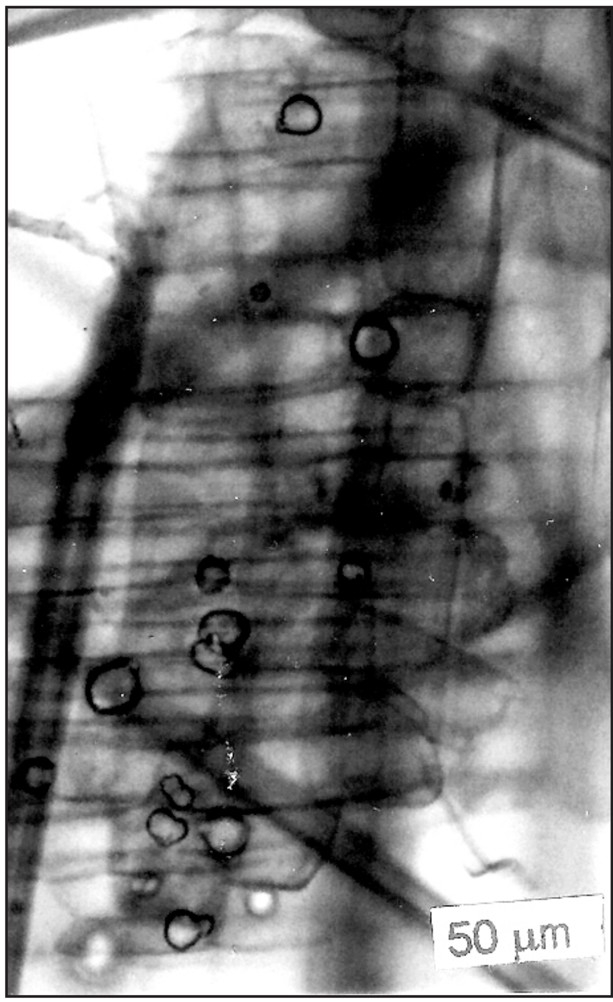


Figura 5: *Q. acuminata*. Sílice en células parenquimáticas radiales (tejido macerado).

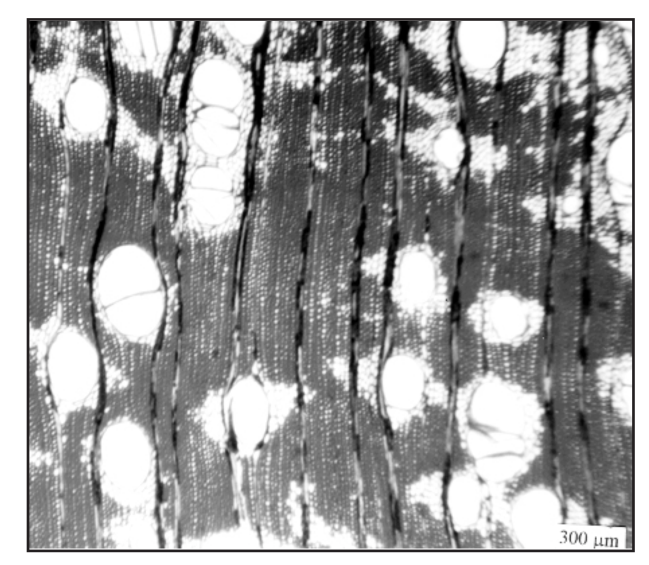
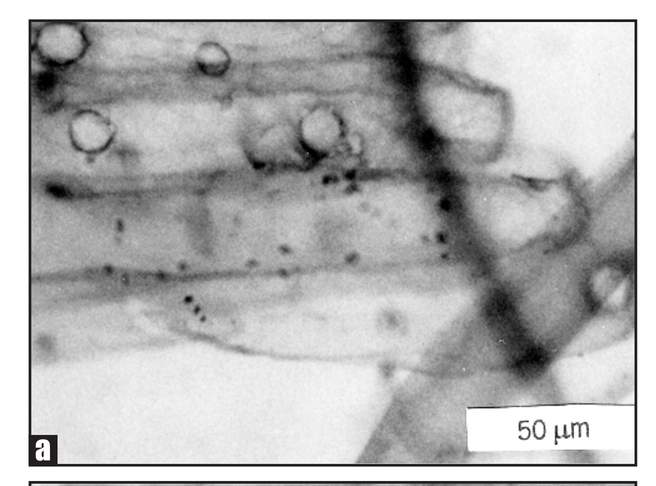


Figura 6: *R. albiflora*. Parénquima predominantemente aliforme, confluente.



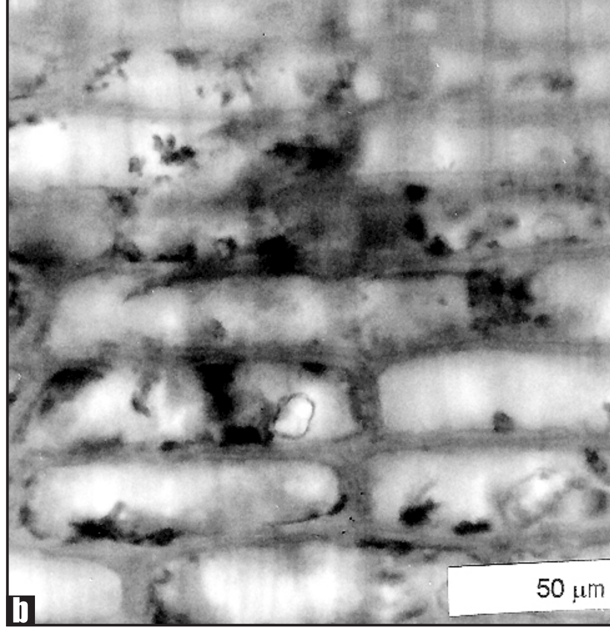


Figura 7: *R. rigida*. **(a)**Radio homocelular de células procumbentes. **(b)**Sílice en los radios.

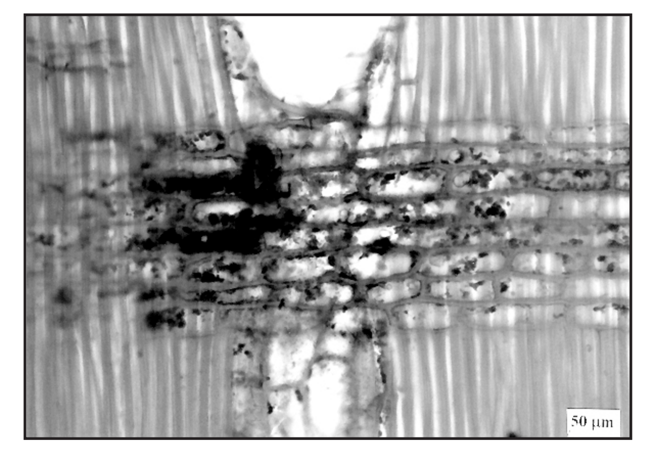


Figura 8: *R. albiflora*. Sílice en los radios (tejido macerado).

Referencias bibliográficas

APG. 2003. An updated of the angiosperm phyllogeny group classification for the orders and families of flowering plants. Botanical Journal of Linnean Society 141: 399-436.

ARISTEGUIETA, L. 2003. Estudio dendrológico de la flora de Venezuela. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Vol. XXXVIII. Caracas. 572 pp.

CRONQUIST, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. New York. 1262 pp.

DÉTTIENNE, P. y B. TER WELLE. 1998. Wood and timber: Vochysiaceae. In Flora of the Guianas, A. Gorts-van Rijn y M. Jansen Jacobs (eds.). Royal Botanical Gardens, Kew. Pp. 66-80.

DÉTIENNE, P., P. JACQUET, P. y A. MARIAUX. 1982. Manuel d´Identification des bois tropicaux. Centre Technique Forestier Tropical. Tome 3. Marne.

ESPINOZA, N. 1987. Cristales y sílice en maderas dicotiledóneas de Latinoamérica. Revista Pittieria 15: 13-65.

GUZMÁN, Y. 1979. Estudio xilológico de algunas especies de las Vochysiaceae. Universidad de Los Andes. Centro de Estudios de Postgrado. Mérida, Venezuela (Trabajo especial).

HUBER, O., R. DUNO, R. RIINA. F. STAUFFER, L. PAPPATERRA, A. JIMÉNEZ, S. LLAMOZAS y G. ORSINI. 1998. Estado actual del conocimiento de la flora de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas.

IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin n.s. 10: 219-332.

KRIBS, D. 1968. Commercial foreign woods in the american market. Dover Publications Inc. New York

LEÓN, W. 2005. Estudio anatómico de la Madera de 21 especies del género Vochysia Poir. (Vochysicaceae). Acta Botánica Venezuelica 28: 213-232.

MABBERLEY, D. 1990. The plant book. Cambridge University Press. New York.

MAINIERI, C. y J. PERES C. 1989. Fichas de características das madeiras brasileiras. Instituto de Pesquisas Tropicales. Sao Paulo.

MARCANO BERTI, L. 1969. Un nuevo género de las Vochysiaceae. Revista Pittieria 2: 3-27.

METCALFE, C. y L. CHALK. 1950. Anatomy of the dicotyledons Vol. I. Oxford University Press. Oxford.

NARDI, R. y M. EDLMANN. 1992. Legnami tropicali importati in Italia: Anatomia e identificazione. Vol. II: America Latina. Istituto di Assestamento e Tecnología Forestale – Universita di Firenze. Firenze.

NORMAND, D. 1966. Les Kouali, Vochysiacées de Guyane, et leurs bois. Bois et Forets des Tropiques 110: 3-16.

PAULA, J. de. 1980. Estudo anatómico das madeiras de Virola sebifera Aubl. e Pseudobombax *tomentosum* (Mart. et Zucc.) A. Robyns visando o seu aproveitamento tecnológico. Brasil Florestal 42: 35-52.

PÉREZ M., A. 1969. Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana Venezolana y clave para su identificación. Trabajo de ascenso. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela.

QUIRK, J. 1980. Wood anatomy of the Vochysiaceae. IAWA Bulletin n.s. 1: 173-179.

RECORD, S. y R. HESS. 1949. Timbers of the new world. Yale University Press. 4th Printing. New Haven.

SAJO, M. y P. RUDALL. 2002. Leaf and stem anatomy of Vochysiaceae in relation to subfamilial and suprafamilial systematics. Botanical Journal of Linnean Society 138: 339-364.

SLOOTEN, H. VAN DER, H. COROTHIE y J. ARROYO. 1962. The anatomical, physical and mechanical properties of five brazilian wood species. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación 10: 39-93.

WELLE, B. ter. 1976. Silica grains in woody plants of the neotropics, especially Surinam. In Wood structure in biological and technological research, P. Baas, A. Bolton y D. Catling (eds.). Leiden Botanical Series Nº 2. Leiden University Press